

## ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ РОБОТІВ

**Анотація.** Розглянуто переваги на недоліки використання нейронних мереж для організації переміщення роботів. Проаналізовано існуючі методи визначення оптимальних напрямів руху робота та картографії середовищ. Запропоновано використання нейронних мереж для автоматизації алгоритмів переміщення автономних роботів з метою підвищення ефективності та точності організації руху.

**Ключові слова:** роботизована система, нейронні мережі, машинне навчання.

### ВСТУП

На сьогоднішній день, перспективним є використання роботизованих систем для виконання різноманітних завдань. Особливо важливим є застосування мобільних роботів в неруйнівному контролі для виявлення дефектів елементів конструкцій, доступ до яких є обмеженим або ускладненим для ручної діагностики оператором.

Для вирішення поставлених завдань роботизовані системи використовують різні методи та алгоритми організації пересування. Роботизований пристрій повинен мати можливість побудови карт місцевості, визначення свого місця розташування, орієнтації по створених картах та досягнення місця призначення без зіткнень за допомогою показань датчиків орієнтації. Реалізація цього процесу відбувається завдяки надання роботам можливостей до сприйняття, обробки даних, можливості розпізнання, інтерполяції, навчання та прийняття дій, які дозволяють роботам функціонувати автономно в неструктурованих, динамічних, частково спостережуваних і невизначених середовищах.

Для реалізації необхідних роботам умінь застосовуються багато підходів, починаючи з механічних рішень та закінчуючи використанням штучного інтелекту. Останніми роками в області штучного інтелекту провідні позиції зайняли штучні нейронні мережі. Використання автономного руху роботів, тобто руху без участі оператора, забезпечить виконання завдань з підвищеною точністю та забезпечить можливість орієнтації пристрою в місцях зі складною структурою рельєфу. Водночас, використання автоматизованих систем дозволить зменшити економічні та соціальні затрати на експлуатацію та утримання роботів. Враховуючи це, актуальним є завдання розробки архітектури та вибору необхідного алгоритму навчання нейронної мережі, яка буде використана для організації руху роботів в місцевостях з різною складністю рельєфу.

### ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Один з прикладів реалізованих структур нейронних мереж призначених для організації руху роботів представлений в роботі [1]. Авторами була розроблена нейронна мережа, яка призначена для забезпечення руху мобільних роботів, а також роботів-маніпуляторів без колізій в реальному часі у випадку використання робота в нестаціонарному середовищі. Для організації правильної

роботи системи, була розроблена штучна нейронна мережа. Архітектура описаної нейронної мережі враховувала складність необхідних обчислень. Окрім цього, завдяки якісному аналізу та теорії Ляпунова забезпечується необхідна стійкість нейронної мережі. Перевагою розробленої мережі є висока швидкість обчислення, досягнення якої стає можливим завдяки плануванню руху робота через динамічний ландшафт. При цьому не проводиться попередній збір інформації про динамічне середовище або пошук вільного робочого простору, траєкторій зіткнень та процедур повторного навчання.

Іншою системою організації руху є приведена в роботі [2]. Авторами був розроблений мобільний робот, призначений для планування траєкторії за допомогою нейронної карти, побудованої із використанням нейронної мережі Хопфілда. Система складається з двох частин: алгоритму побудови нейронної карти та конструктора траєкторій руху. Завдяки використанню нейронної мережі Хопфілда в якості представлення дискретного робочого простору, в якому кожен нейрон відповідає центру дискретного осередку та пов'язаний лише зі своїми найближчими сусідами, а вага кожного зв'язку пропорційна відстані до сусіда, з'являється можливість побудови нейронної карти. На вхід мережі передається вектор початкового стану, який складається з двох типів даних: дані, які представляють собою перешкоди руху робота та відповідні їм нейрони цілей. Дані, які описують перешкоди, мають незмінний нульовим стан, а нейрони цілей мають максимальне значення рівне одиниці.

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

На основі аналізу попередніх робіт, можна сформулювати концепцію універсальної нейронної мережі призначеної для організації руху роботизованих систем. Для визначення траєкторії руху, пристрій повинен мати високу швидкість обробки даних, можливість створювати нейронні карти місцевості, апроксимувати вхідні дані, навчатися на прикладах та паралельно опрацьовувати інформацію.

Виходячи з поставленого завдання, перспективно використовувати багат шарову нейронну мережу прямого розповсюдження зі зворотним поширенням помилки [3]. Багат шаровий перцептрон відноситься до нейронних мереж з прямим зв'язком. Перцептрон складається з декількох прошарків – вхідного, прихованих та вихідного. Процес навчання відбувається завдяки алгоритму зворотного поширення помилки. Особливістю такої нейронної мережі є велика кількість проміжних прошарків, при цьому кожен нейрон або вузол пов'язаний з вузлом попереднього прошарку. Головною перевагою перцептронів є висока швидкість в порівнянні з глибинними нейронними мережами, простота реалізації та можливість апроксимувати будь-які вхідні та вихідні дані. Основним недоліком є повільний процес навчання та необхідність у великому обсязі навчальних даних [4].

Для створення інтелектуальної роботизованої системи пропонується використовувати дві нейронні мережі типу багат шаровий перцептрон. Навчання таких нейронних мереж може бути засноване на використанні растрової карти середовища. Сканування простору перед роботом може

виконуватись за допомогою ультразвукових далекомірів, область сканування яких знаходиться в діапазоні від  $0^0$  до  $180^0$  та розбита на 9 секторів. Перша нейронна мережа буде призначена для визначення сегменту вільного простору навколо робота згідно даних, отриманих з ультразвукових далекомірів [5]. Отримані дані першої нейронної мережі являють собою вхідні дані другої нейронної мережі з зазначеним місцем розташування цілі. Друга нейронна мережа призначена для розрахунку азимуту наступного кроку руху робота. Згідно отриманих азимутів та відстаней до перешкод визначається оптимальний напрям руху робота.

## **ВИСНОВКИ**

На сьогоднішній день існує багато способів організації руху мобільних роботів в автоматизованих системах неруйнівного контролю. Використання нейронних мереж є найкращим методом завдяки високій швидкодії, точності руху та можливості дистанційного керування роботом. В завданнях розробки алгоритмів руху роботів потрібна точна синхронізація даних ультразвукових далекомірів та місця розташування самого робота. Правильно створений алгоритм обминання перешкод дозволить зберегти робота неушкодженим. Розробка більш досконалого алгоритму визначення траєкторії руху дозволить зменшити вартість обслуговування, зменшити кількість робочого персоналу, а також забезпечити виконання переміщення робота в місцях зі складною структурою рельєфу. Для отримання більш точного та оптимального переміщення роботів, необхідно оптимізувати процес сканування та розробити інтелектуальний алгоритм пошуку траєкторії руху.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- [1] Mac TT. Heuristic approaches in robot path planning: A survey / TT. Mac, C. Copot, DT. Tran, R. De Keyser // Robotics and Autonomous Systems. – 2016. – №86. – С. 13–28.
- [2] Юдинцев Б. С. Интеллектуальная система планирования траекторий мобильных роботов, построенная на сети Хопфилда / Б. С. Юдинцев, О. В. Даринцев. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №4. – С. 1–11.
- [3] Galagan R. M. The Use of Backpropagation Artificial Neural Networks in Thermal Tomography / R.M. Galagan, A. S. Momot. // proc. 2018 IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC) Kiev, 8-12 October 2018 / IEEE. – 2018. – pp. 1–6.
- [4] Momot A. Influence of architecture and training dataset parameters on the neural networks efficiency in thermal nondestructive testing / A. Momot, R. Galagan. // Sciences of Europe. – 2019. – №44. – pp. 20–25.
- [5] Rituvika N. Study on Types of Neural Network Algorithm for Autonomous Robot Navigation / N. Rituvika, K. Upinder. // Journal of Aeronautical and Automotive Engineering. – 2016. – №3. – С. 49–53.

*Наук. керівник – доктор філософії, ас. Момот А.С.*